

**В. В. НАНИЙ**, канд. техн. наук,  
**А. Г. МИРОШНИЧЕНКО**, канд. техн. наук,  
**В. Д. ЮХИМЧУК**, канд. техн. наук,  
**А. А. ДУНЕВ**, студент.

## ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВЕНТИЛЬНОГО ДКР НА ПАРАМЕТРЫ ЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Розглянуто питання розрахунку параметрів магнітного поля ДРК та вплив на них його конструктивних факторів.

Calculation questions magnetic field parameters of hypocycloidal motor and influence of constructive factors to them was examine.

Двигатели с катящимся ротором (ДКР) обладают низкой частотой вращения вала (0,5 – 100 об/мин) и относительно высоким вращающим моментом (1 – 200 Нм), что позволяет успешно использовать их в безредукторном электроприводе.

В данной работе рассматривается двигатель с катящимся ротором синхронно-реактивного типа с шестью сосредоточенными катушками на статоре, которые питаются от сети трехфазного напряжения через неуправляемые вентили. Таким образом, по каждой катушке в идеальном случае протекает полуволна синусоидального тока. Обмотка на роторе отсутствует, он эксцентрично расположен относительно статора и может быть изготовлен в виде монолитного кольца.

Величина силы одностороннего магнитного притяжения ротора к статору, в общем случае, для вентильных двигателей с катящимся ротором имеет вид [1]:

$$Q = 0,64 \frac{K_z l_p R_p \cdot B_\delta^2}{\mu_0};$$

где  $l_p$ ,  $R_p$  - длина и радиус ротора,

$K_z$  - относительная длина зубца статора,

$B_\delta$  - индукция в воздушном зазоре.

Магнитная индукция в воздушном зазоре  $B_\delta(\alpha)$  определяется по известному соотношению [2]:

$$B_\delta(\alpha) = \frac{\mu_0}{\delta(\varphi)} F(\alpha);$$

где  $\delta(\varphi)$  - функция длины воздушного зазора;

$F(\alpha)$  - функция МДС в воздушном зазоре;

$\varphi$  - угол между началом отсчета;

$\alpha$  - текущий угол.

Отсюда видно, что для определения распределения магнитной индукции в неравномерном воздушном зазоре необходимо учитывать пространственное распределение МДС обмотки статора  $F(\alpha)$ .

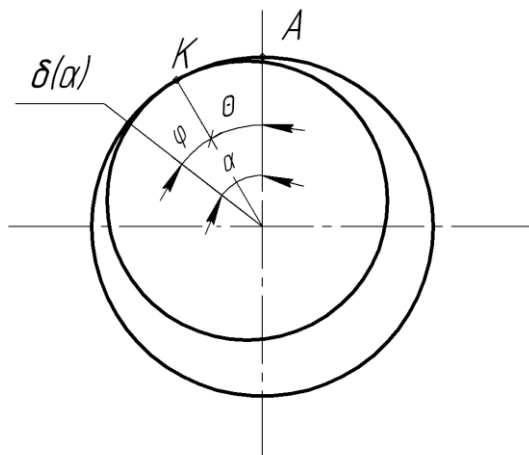


Рис.1

Для определения распределения магнитной индукции в воздушном зазоре необходимо знать функцию изменения воздушного зазора при обкатывании ротора по статору, которая приближенно (с учетом малой величины эксцентриситета) имеет следующий вид:

$$\delta(\alpha) = \delta_{\text{ср}} - e \cdot \cos \alpha,$$

где  $\delta_{\text{ср}}$  - средняя величина воздушного зазора;

$\delta_{\text{ср}} = R_1 - R_2$  ( $R_1, R_2$  - радиусы статора и ротора);

$e$  - величина эксцентриситета.

Точка касания К (Рис.1) отстает от точки А положения амплитуды МДС на угол  $\theta$  (угол нагрузки), который присутствует во всех типах синхронных двигателей.

При произвольном положении точки касания К связь углов  $\theta$  и  $\alpha$  вытекает из Рис.1:

$$\varphi = \alpha - \theta,$$

или с учетом изменения угла при колебаниях нагрузки на валу:

$$\varphi = \alpha - (\theta \pm \Delta\theta) .$$

На основании приведенных уравнений выражения для магнитной индукции в воздушном зазоре будет иметь следующий вид:

$$B_{\delta}(\alpha) = \frac{\mu_0}{\delta_{cp} - e \cdot \cos \alpha [\alpha - (\theta \pm \Delta\theta)]} \cdot F(\alpha) .$$

При численных расчетах угол  $\alpha$  изменялся дискретно и выражение для магнитной индукции в середине каждого элементарного участка имеет вид:

$$B_{\delta}(\alpha_i) = \frac{\mu_0 \cdot F_i \left( i \cdot \Delta\alpha - \frac{\Delta\alpha}{2} \right)}{\delta_{cp} - e \cdot \cos \left[ i \cdot \Delta\alpha - \frac{\Delta\alpha}{2} - (\theta \pm \Delta\theta) \right]} .$$

В проводимых ранее расчетах принималась во внимание идеальная картина распределения МДС обмотки статора  $F(\alpha)$  (Рис.2), когда ее действие распространялось в зоне 2-3 соседних зубцов.

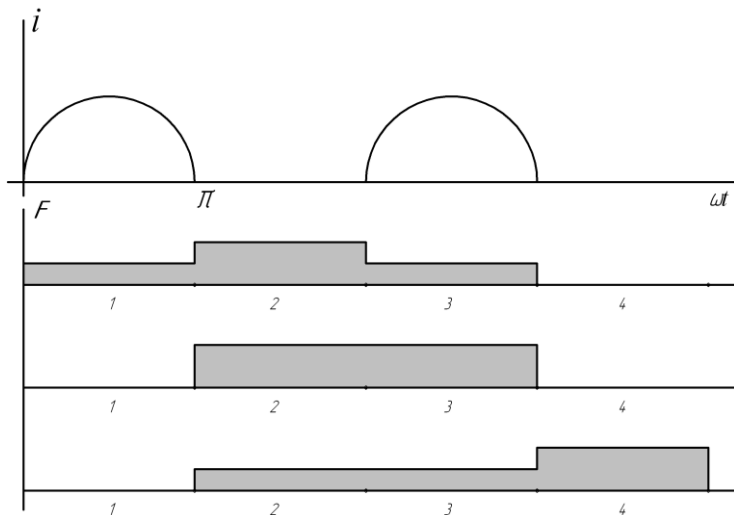


Рис.2

В реальности имеет место затягивание выпрямляемой токовой кривой на величину в среднем равную  $\frac{\pi}{6}$  (Рис.3).

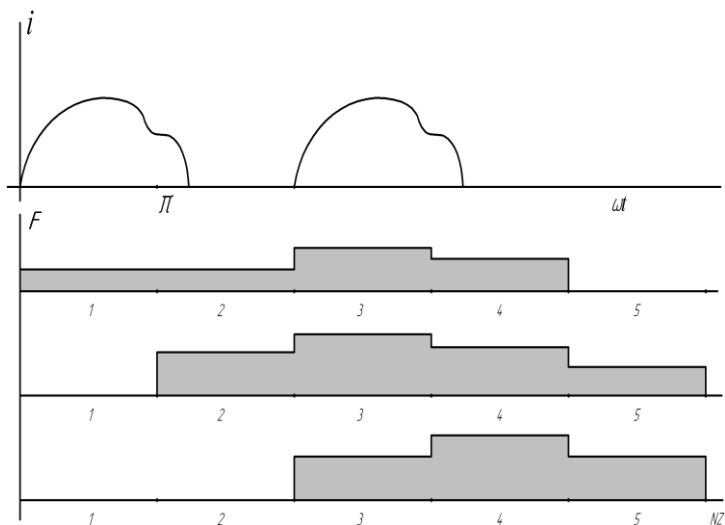


Рис.3

При этом ярко проявляется действие высших гармоник в кривой магнитного поля, вызываемое несовершенством схемы обмотки при ее несомненной простоте и экономичности.

Указанное затягивание кривой тока приводит к действию МДС уже в зоне 3-4 соседних зубцов, что больше половины окружности расточки. За счет этого периодически появляются составляющие тормозного момента, который приводит к неравномерности движения ротора, снижению вращающего момента и увеличению шума.

Решение этих вопросов реализуется в области применения новых схем обмоток. При этом усложняется конструкция и увеличивается расход обмоточной меди, что, однако, практически не влияет на функциональные свойства того сегмента электроприводов, в которых применяется ДКР.

**Список литературы:** 1. Борзяк Ю. Г., Зайков М. А., Наний В. П. «Электродвигатели с катящимся ротором». – Киев: «Техника», 1982 – 119 с. 2. Вольдек А. И. «Электрические машины». – Л.: Энергия. 1980 – 928 с.

Поступила в редколлегию 08.09.07